

ELECTRON TUBE PROVIDED WITH ELECTRON MULTIPLIER

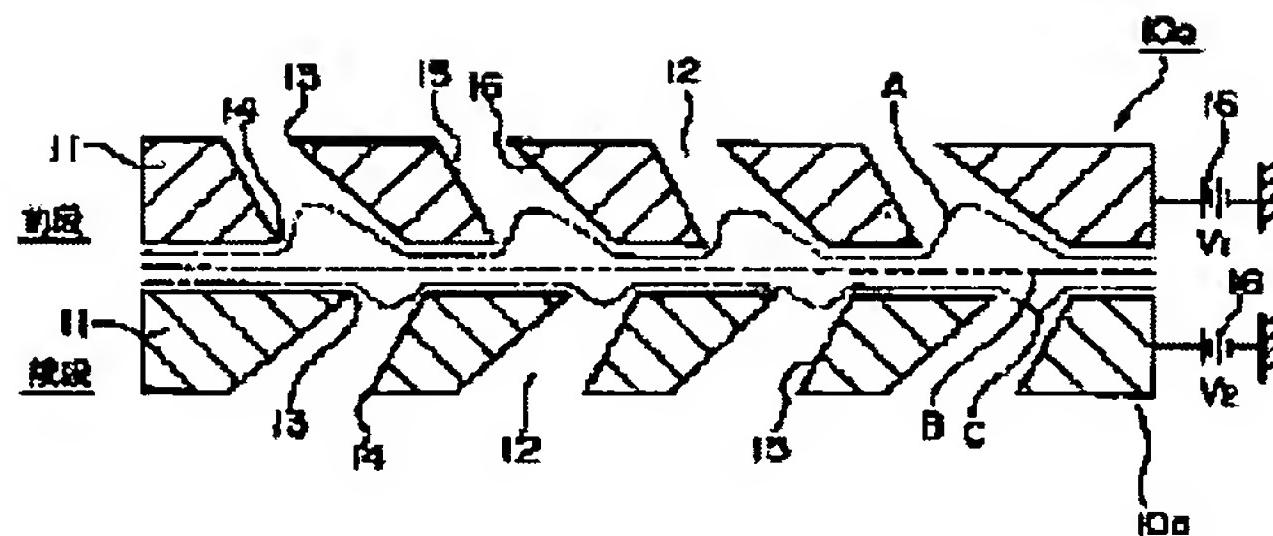
Patent number: JP5182631
Publication date: 1993-07-23
Inventor: KUSHIMA HIROYUKI
Applicant: HAMAMATSU PHOTONICS KK
Classification:
- **international:** H01J43/22; H01J43/00; (IPC1-7): H01J31/50;
H01J43/10
- **european:** H01J43/22
Application number: JP19910344895 19911226
Priority number(s): JP19910344895 19911226

Also published as:
EP0551767 (A2)
US5410211 (A1)
EP0551767 (A3)
EP0551767 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP5182631

PURPOSE: To improve the electron collecting efficiency by making the braking electric field enter inside of through holes of a dynode sufficiently. **CONSTITUTION:** In an electron tube provided with an electron multiplier for multiplying the incident electron flow by discharging the secondary electron, a dynode 10a forming an electron multiplier is formed by arranging multiple through holes 12, of which one end is formed into an input opening 13 and the other end thereof is formed into an output opening 14, in a plate 11, and a diameter of the output opening 14 of each through hole 12 is formed larger than that of the input opening 13 thereof. An equal potential line A is thereby formed so as to enter from each output opening 14 having a large diameter and rise along the inside surface 16 opposite to an inclination part 15 and enter inside of each through hole 12 deeply.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11)特許番号

特許第3078905号

(P3078905)

(45)発行日 平成12年8月21日(2000.8.21)

(24)登録日 平成12年6月16日(2000.6.16)

(51)Int.Cl.⁷

H 01 J 43/10
31/50

識別記号

F I

H 01 J 43/10
31/50

Z

請求項の数5(全7頁)

(21)出願番号 特願平3-344895

(22)出願日 平成3年12月26日(1991.12.26)

(65)公開番号 特開平5-182631

(43)公開日 平成5年7月23日(1993.7.23)

審査請求日 平成10年3月23日(1998.3.23)

(73)特許権者 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(72)発明者 久嶋 浩之

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松

ホトニクス株式会社内

(74)代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

審査官 杉浦 淳

(56)参考文献 特開 昭63-252343 (JP, A)

特公 昭61-41097 (JP, B2)

特公 昭58-16748 (JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01J 43/10

H01J 31/50

(54)【発明の名称】電子増倍器を備えた電子管

1

2

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】2次電子放出により入射電子流を増倍する電子増倍器を備えた電子管において、前記電子増倍器はダイノードを複数段に積層して構成したものであり、前記各ダイノードは、一端を入力開口とし、他端を出力開口とする複数の貫通孔を配列形成し、該各貫通孔の内側面を含む表面が導電性を有するプレートと、前記各貫通孔の内側面に形成した2次電子放出層とを備え、さらに前記各貫通孔の内側面には、前記入射開口から入射した電子が衝突するように、該電子の入射方向に対して傾斜する傾斜部を備えており、前記各貫通孔の出力開口を、前記入力開口に比べて大なる口径に形成したこと

10

を特徴とする電子増倍器を備えた電子管。

【請求項2】前記電子増倍器を構成する各段のダイノードは、連続する前段の前記出力開口と後段の前記入力開口とを相対して配置し、かつ、各段の前記貫通孔の傾斜部の傾斜方向が連続する前段と後段で反転するよう、前記各段のダイノードを配置したことを特徴とする請求項1記載の電子増倍器を備えた電子管。

【請求項3】前記貫通孔の入力開口及び出力開口の形状は、円形、方形又は6角形のいずれかであることを特徴とする請求項1又は2記載の電子増倍器を備えた電子管。

【請求項4】前記電子管は、入射光子を受けて放出された光電子を增幅する光電子増倍管であることを特徴とする請求項1乃至3記載の電子増倍器を備えた電子管。

【請求項5】前記電子管は、入力光像を輝度増幅するイメージ増倍管であることを特徴とする請求項1乃至3

記載の電子増倍器を備えた電子管。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は2次電子放出により入射電子流を増倍する電子増倍器を備えた電子管に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、2次電子放出により入射電子流を増倍する電子管として、電子増倍管、光電子増倍管或いはイメージ増倍管等が知られている。この電子管内に配設する電子増倍器は、通常、2次電子放出層を備えたダイノードを複数段に積層して構成している。

【0003】図8に電子増倍器を構成するダイノードの端面図を示す。この図は、電気的に絶縁された状態で複数段に積み重ねたダイノードのうち、連続するn段とn+1段を取り出して示したものである。

【0004】ダイノード80は、複数の貫通孔81を形成したプレート82を有しており、貫通孔81の傾きが段毎に反転するように、プレート82の配置方向を段毎に反転させている。また、各段のダイノード80が、次段、次々段と、順次、高電位となるように、各段の電源83によって各段のプレート82に所定の電圧を印加している。この場合、 $V_1 = 100V$ 、 $V_2 = 200V$ である。このプレート82は、各貫通孔81の内側面を含む表面が導電性を有しているため、電源83から印加される電圧によって、プレート82の全表面が同電位に帯電される。

【0005】以上のように構成されるダイノード80のn段に電子が入射した場合、この貫通孔81に入射した電子が傾斜部84に衝突し、この傾斜部84に形成された2次電子放出層から2次電子が放出される。放出された2次電子は、n段とn+1段との電位差によって形成される制動電界に導かれて、n+1段のダイノード80に入射し、同様にして再び増倍されるものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ここで、n段とn+1段の間の電位の分布状態を図8に点線で示す。代表として、120V、150V及び180Vの等電位線を示し、それぞれA、B及びCとする。等電位線Bがn段とn+1段の中間に位置し、等電位線Aがn段の貫通孔81内に、また、等電位線Cがn+1段の貫通孔81内に、それぞれ湾曲して入り込む状態となっている。

【0007】前述したように、n段のダイノード80から放出された2次電子は、n段とn+1段との電位差によって形成される制動電界に導かれて、n+1段のダイノード80に入射するが、このような従来のダイノードでは、制動電界となるn段の貫通孔81内部への等電位線の入り込みが不十分であり、貫通孔内部の制動電界が弱いという欠点があった。この結果、放出された2次電子がn段側に戻ってしまう場合もあり、電子の収集効率

を低下させる原因の一つとなっていた。

【0008】本発明は上記欠点を解決すべくなされたものであり、その目的は、制動電界を貫通孔内部に十分に入り込ませることにより、電子の収集効率を改善する電子増倍器を備えた電子管を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的に鑑みてなされたものであり、その要旨は、2次電子放出により入射電子流を増倍する電子増倍器を備えた電子管において、電子増倍器はダイノードを複数段に積層して構成したものであり、各ダイノードは、一端を入力開口とし、他端を出力開口とする複数の貫通孔を配列形成し、各貫通孔の内側面を含む表面が導電性を有するプレートと、各貫通孔の内側面に形成した2次電子放出層とを備える。さらに、各貫通孔の内側面には、入射開口から入射した電子が衝突するように、電子の入射方向に対して傾斜する傾斜部を備えており、各貫通孔の出力開口を、前記入力開口に比べて大なる口径に形成したことを特徴とする電子増倍器を備えた電子管にある。

【0010】

【作用】電子増倍器を構成するダイノードの貫通孔を、出力開口が入力開口に比べて大なる口径となるように形成することにより、貫通孔の内側面は、出力開口に向かって拡開するテーパ形状となる。2次電子を次段に導く制動電界は、この口径の大きな出力開口から入り、前記傾斜部の対向側の内側面に沿って上昇し、貫通孔内部に深く入り込むように形成される。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

【0012】図1に、電子増倍管内に設ける電子増倍器のうち、電子増倍器を構成するダイノードの第1の実施例を示す。

【0013】ダイノード10aは、表面が導電性を有するプレート11を有しており、プレート11には、エッティング等を施すことにより、当該プレートを厚さ方向に貫通する複数の円筒形の貫通孔12を規則正しく配列形成している。また、プレート11の上面には、貫通孔12の一端となる円形の入力開口13を形成し、下面には貫通孔12の他端となる円形の出力開口14を形成している。なお、このプレート11は、各貫通孔12の内側面を含む表面が導電性を有していれば良く、たとえ内部が空洞であっても良い。

【0014】各貫通孔12は、出力開口14が入力開口13に比べて大なる口径となっており、このため、貫通孔12の内側面は、出力開口14に向かって拡開するテーパ形状となっている。また、貫通孔12は、入力開口13から入射する電子の入射方向に対して傾斜した状態に形成しており、この傾斜を利用して、貫通孔12の内側面には、入力開口13から入射した電子が衝突する傾

斜部15を形成している。傾斜部15には、アンチモン(Sb)の真空蒸着を施し、アルカリを反応させて2次電子放出層を形成している。また、2次電子放出層は、導電プレート11の材質をCuBeとし、酸素中で活性化して形成することもできる。

【0015】次に、以上のように構成するダイノード10aを用いた電子増倍器の作用を図2に基づいて説明する。

【0016】図2は、電子増倍器を構成する複数段のダイノードのうち、連続する2段を取り出して示したものである。各段のダイノード10aは、貫通孔12の傾きが上段と下段で反転するように、プレート11の配置方向を段毎に互いに反転させて積層している。

【0017】この状態で、各ダイノード10aに、 $V_1 = 100\text{V}$ 、 $V_2 = 200\text{V}$ の電圧を印加した場合の電位の分布状態を点線で示す。前述の従来例(図8)と同様に、120V、150V及び180Vの等電位線を代表として示し、それぞれA、B及びCとする。

【0018】この場合も、等電位線Bが前段と後段の中間に位置し、等電位線Aが前段の出力開口14から貫通孔12内に、等電位線Cが後段の入力開口13から貫通孔12内に、それぞれ湾曲して入り込む状態となる。図8の場合と比較すると、出力開口14から入り込む等電位線Aは、傾斜部15の対向側の傾斜部16に沿って上昇し、貫通孔内部に深く入り込む状態に形成される。

【0019】従って、出力開口14の口径を同一として比較した場合、口径が一定の円筒形状の貫通孔(図8参照)に比べて、本実施例のように貫通孔12の形状を出力開口14に向かって拡開するテーパ形状とすることにより、等電位線、即ち、2次電子を導く制動電界を貫通孔内部に深く入り込ませることができる。

【0020】次ぎに、電子増倍器を構成するダイノードの第2の実施例を図3に示す。

【0021】ダイノード10bは、貫通孔12の入力開口13及び出力開口14の形状を長方形として一列に配列したものである。貫通孔12の形状は、出力開口14に向かって拡開する角筒形状となっており、入力開口13に比べ出力開口14の口径がいずれも大となっている。入力開口13から入射した電子が衝突する傾斜部15には、2次電子放出層を形成しており、前述の実施例と同様の作用・効果を奏する。このような形状のダイノードでは、2次元の情報は得られないが、十分な感度を確保できる利点がある。

【0022】また、電子増倍器を構成するダイノードの第3の実施例を図4に示す。

【0023】ダイノード10cは、貫通孔12の入力開口13の形状を正方形として2次元的に配列したものである。貫通孔12の形状は、出力開口14に向かって拡開する角筒形状となっており、入力開口13に比べ出力開口14の口径がいずれも大となっている。入力開口1

3から入射した電子が衝突する傾斜部15には、2次電子放出層を形成しており、前述の実施例と同様の作用・効果を奏する。このような形状のダイノードは、製造時のマスクパターンが簡単になり、図1に示したような開口部が円形のものに比べて、入射電子に対する開口面積を大きくとることができ、また、2次元の情報も密に得ることができる。

【0024】さらに、電子増倍器を構成するダイノードの第4の実施例を図5に示す。

【0025】ダイノード10dは、貫通孔12の入力開口13及び出力開口14の形状を6角形、或いは6角形を二分した形状として、これらを組み合わせて2次元的に配列したものである。貫通孔12の形状は、出力開口14に向かって拡開する角筒形状となっており、入力開口13に比べ出力開口14の口径がいずれも大となっている。入力開口13から入射した電子が衝突する傾斜部15には、2次電子放出層を形成しており、前述の実施例と同様の作用・効果を奏する。このような形状のダイノードでは、2次元の情報は得られないが、十分な感度を確保できる利点がある。

【0026】図6は、電子増倍器を備えた電子管の他の実施例を示し、複数段のダイノード10aで構成する電子増倍器を備えた光電子増倍管を示す。

【0027】光電子増倍管20は、真空容器28内に、入射窓21から入射する光を受けて光電子を放出する光電陰極22と、放出された光電子を集束する集束電極23と、入射する光電子を増倍して出力する電子増倍器27と、増倍された光電子を取り出すため、最終段のダイノード10aの出力開口に対応して配置した陽極24とを備えている。

【0028】電子増倍器27は、電気絶縁のためのスペーサ25を介在させ、ダイノード10aを3段に積み重ねており、連続する前段の出力開口14と後段の入力開口13とが相対するように、かつ、貫通孔12の傾きが段毎に反転するように、ダイノード10aの配置方向を段毎に反転させて配置している。

【0029】また、集束電極23には、光電陰極22と同電圧か或いは少し高い電圧を印加し、各段のダイノード10aには、集束電極23よりも高い電圧で、 $V_1 < V_2 < V_3$ となるように各段の電源26によって電圧を印加し、陽極24には最も高い電圧を印加する。

【0030】以上のように構成する光電子増倍管20に入射窓21から光が入射した場合、この入射光を受けて光電陰極22から光電子が放出される。放出された光電子は集束電極23で集束されて、電子増倍器27を構成する初段のダイノード10aに入射する。入射電子は、初段の貫通孔12内の傾斜部15に衝突し、ここで2次電子が放出され、入射電子流が増倍される。増倍された入射電子流は次段のダイノード10aに入射して再び増倍される。このようにして最終段のダイノード10aか

ら放出された電子流は、各出力開口14に対応して配置した陽極24から取り出されものである。

【0031】上記光電子増倍管20では、電子増倍器として、第1の実施例で示したダイノード10aを用いる例を示したが、前述の各実施例で示したダイノード10b～10dを用いることも可能である。

【0032】以上説明した各実施例では、電子増倍器を備えた電子管として、電子増倍管、光電子増倍管を示したが、この他にも、入力光像を輝度増幅するイメージ増倍管など、2次電子放出作用により、入射電子流を増倍する電子増倍器を備えた電子管であれば特に限定するものではない。

【0033】また、前述した各実施例においては、各貫通孔12の内側面は全て直線的に傾斜するものであったが、図7に示すように、内側面に曲面17を形成しても良い。

【0034】さらに、前述の実施例では、各ダイノード10a～10dの貫通孔の入力開口と出力開口の形状を、円形と円形、或いは正方形と正方形のように、それぞれ同一の形状としたが、この形状に限定するものではなく、例えば、円形の入力開口に対して正方形の出力開口を形成するなど、入力開口に比べ出力開口の口径が大となり、かつ、内側面に入射電子が衝突する傾斜部を備えた貫通孔であれば良い。

【0035】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明に係る電子増倍器を備えた電子管は、電子増倍器を構成するダイノードの貫通孔の形状を、入力開口に比べて出力開口の口径が大となるように形成するので、貫通孔の内側面は、出

力開口に向かって拡開するテーパ形状となる。

【0036】従って、2次電子を次段に導く制動電界は、この口径の大きな出力開口から入り、前記傾斜部の対向側の内側面に沿って上昇し、貫通孔内部に深く入り込むよう形成されるので、貫通孔内部に入り込む制動電界の強さが増大し、放出された2次電子を、次段のダイノードにより確実に導くことができ、これによって電子の収集効率が向上するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電子増倍器を構成するダイノードを一部破断して示す斜視図である。

【図2】電子増倍器を構成する複数段のダイノードのうち、連続する2段を取り出して示す端面図である。

【図3】他の形状の貫通孔を有するダイノードを一部破断して示す斜視図である。

【図4】他の形状の貫通孔を有するダイノードを一部破断して示す斜視図である。

【図5】他の形状の貫通孔を有するダイノードを一部破断して示す斜視図である。

【図6】図1のダイノードを用いて構成する電子増倍器を備えた光電子増倍管を示す端面図である。

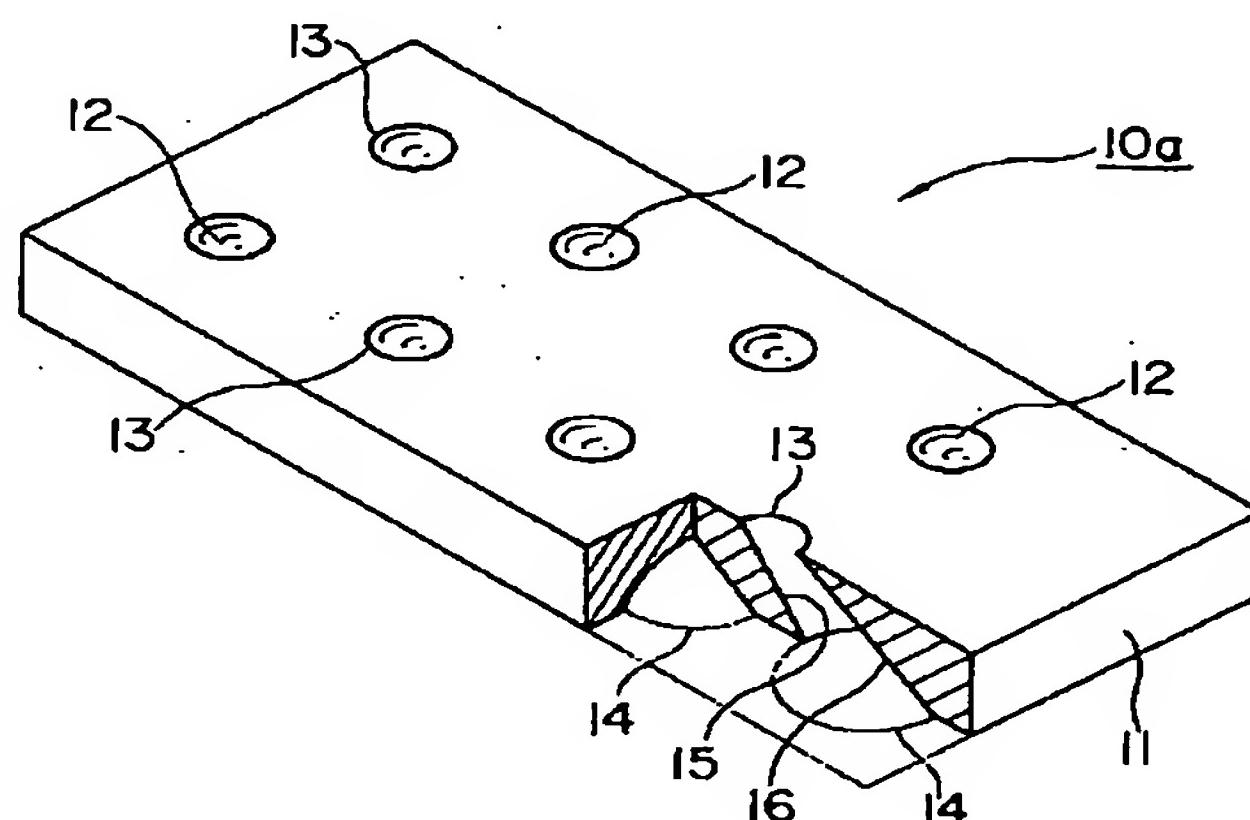
【図7】ダイノードに形成する貫通孔の他の形状を示す端面図である。

【図8】従来の電子増倍器を示す端面図である。

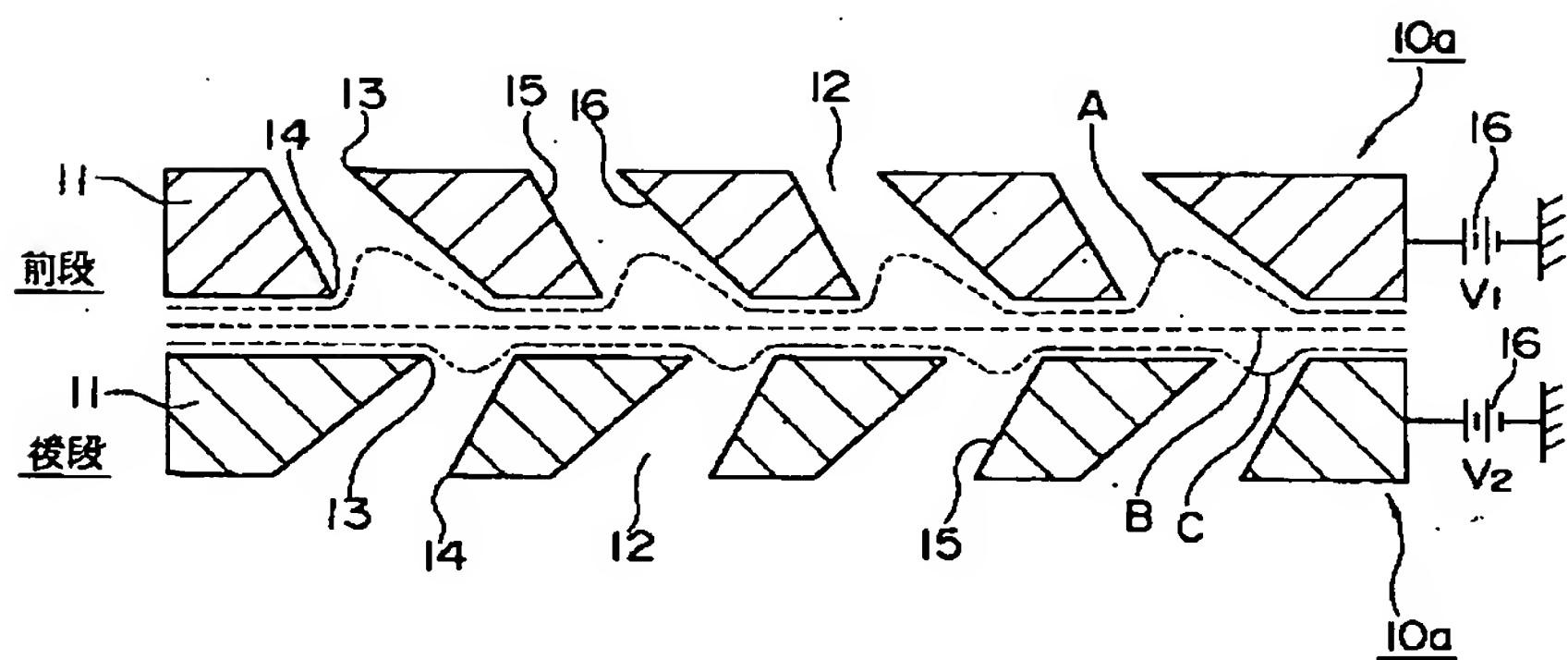
【符号の説明】

10a～10d…ダイノード、11…プレート、12…貫通孔、13…入力開口、14…出力開口、15…傾斜部、27…電子増倍器。

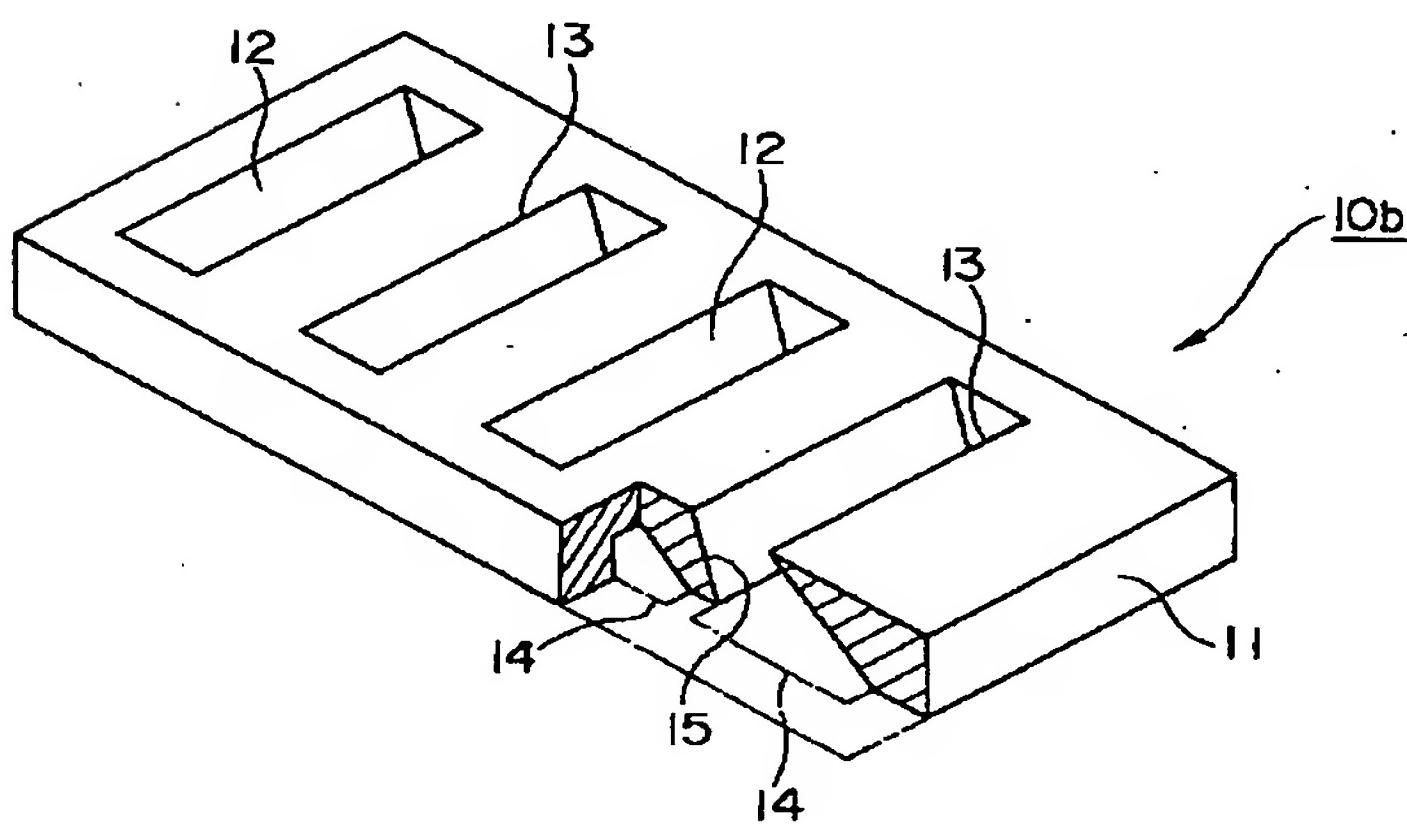
【図1】



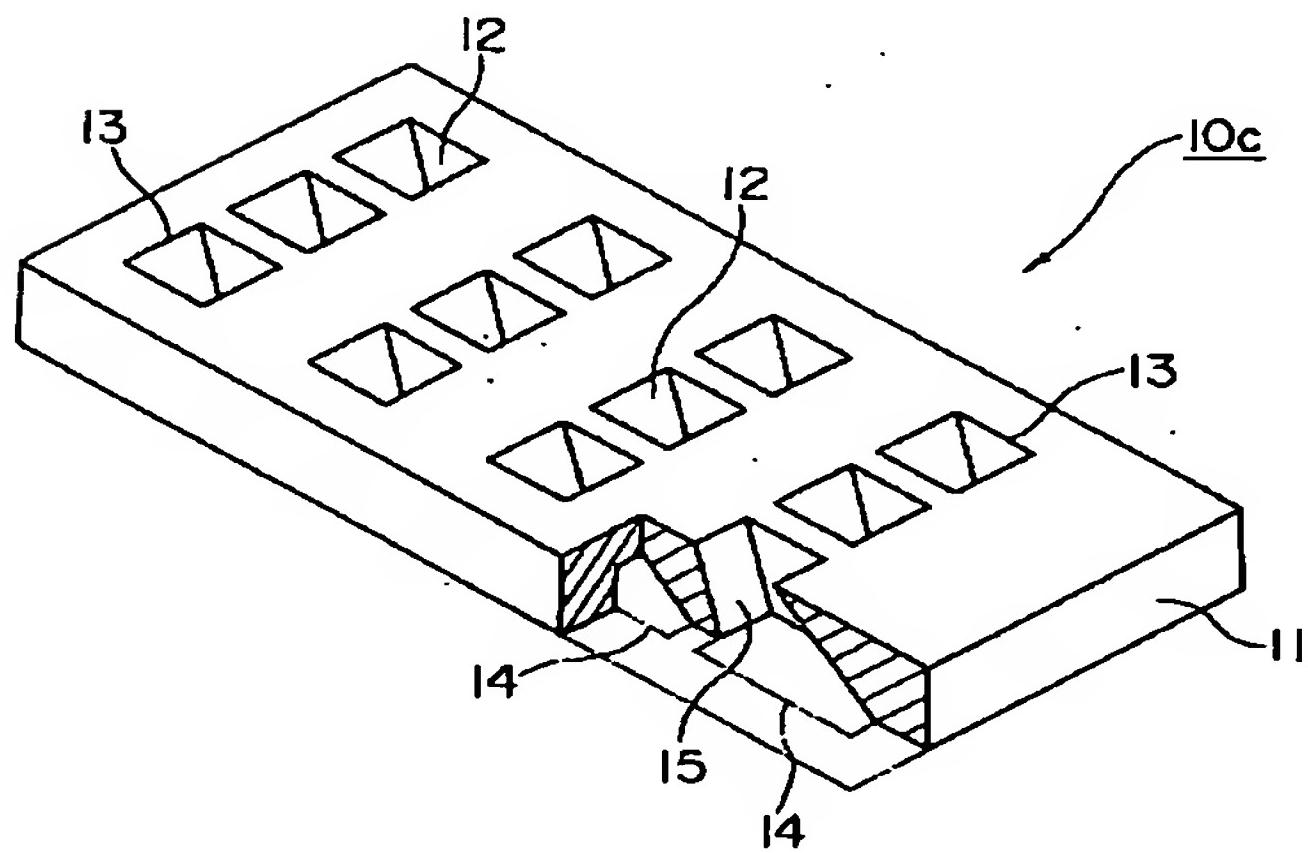
【図2】



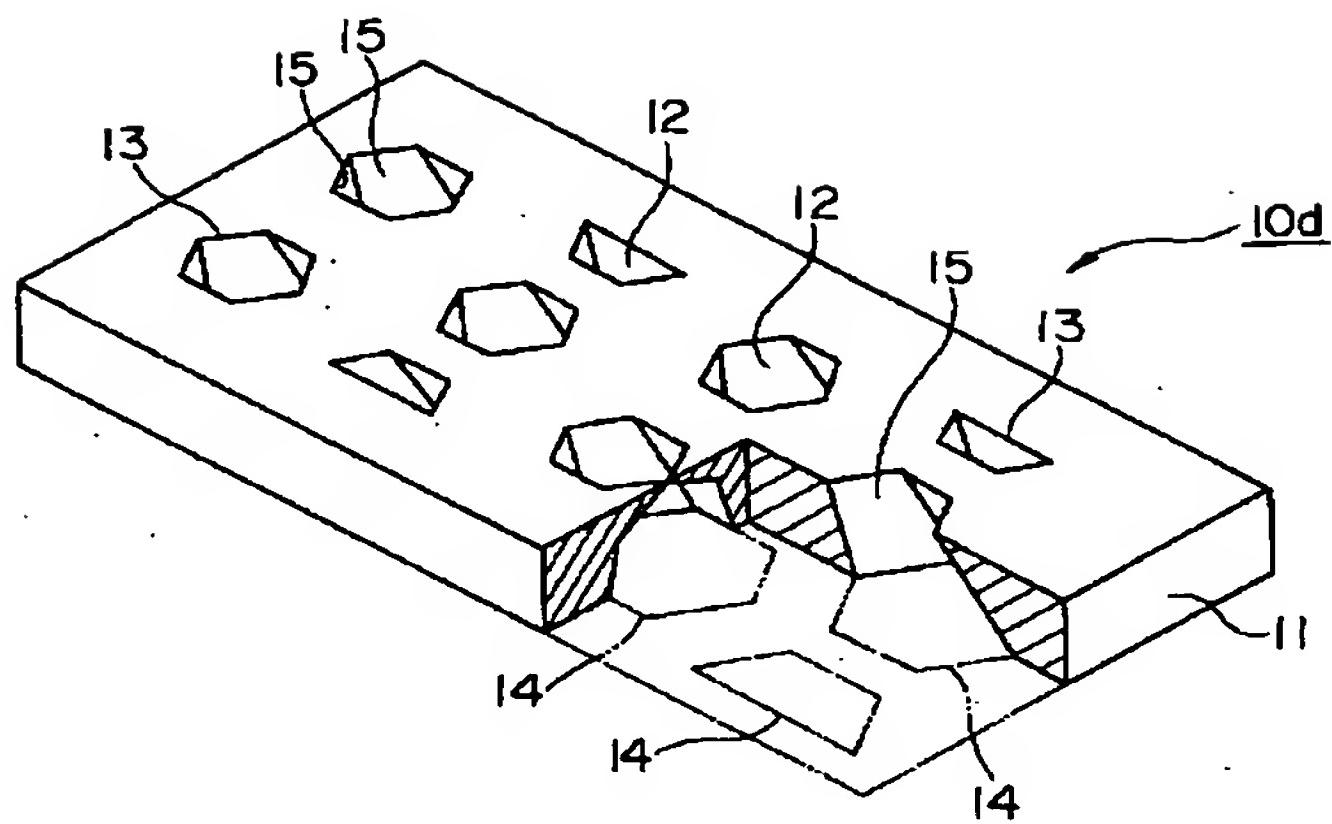
【図3】



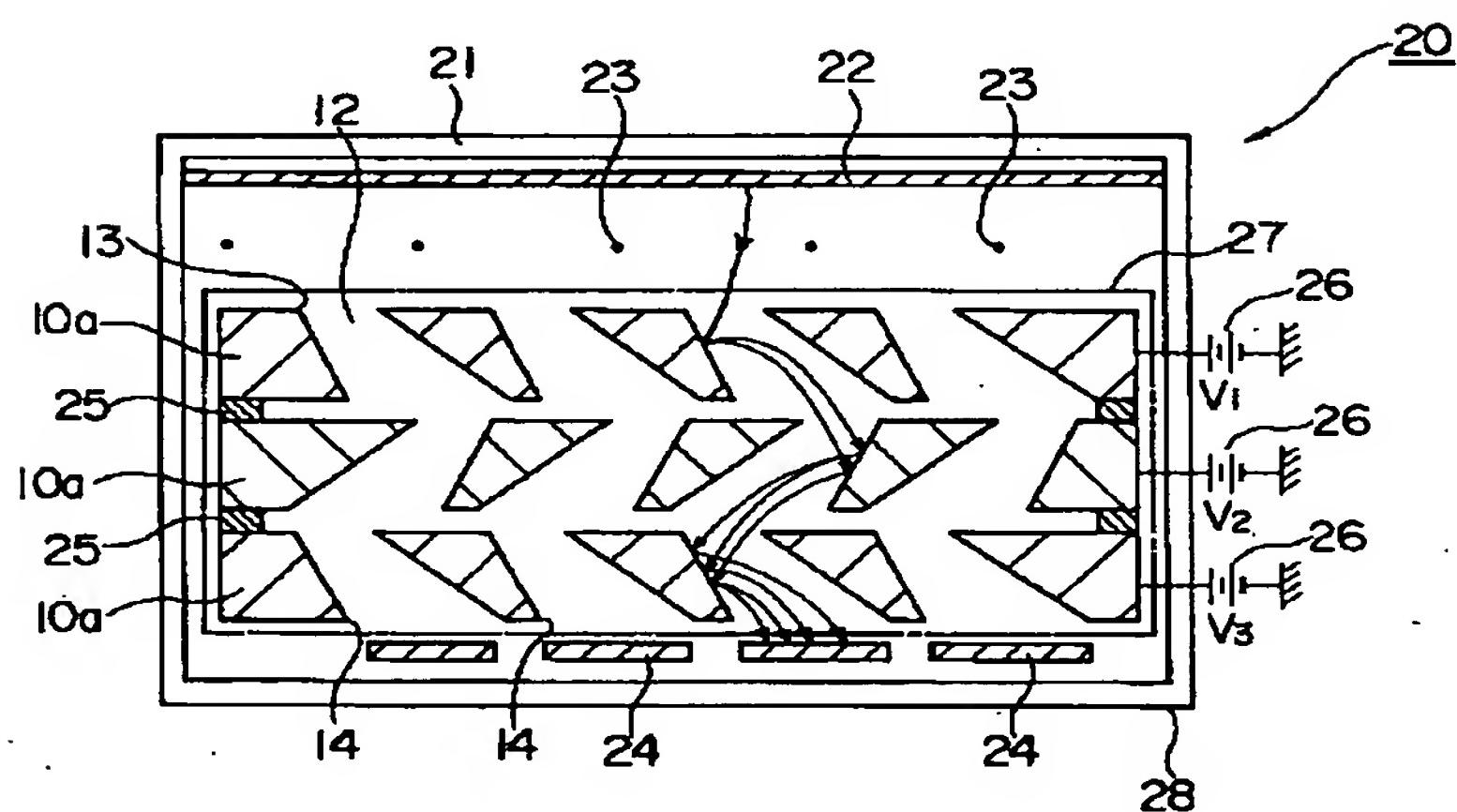
【図4】



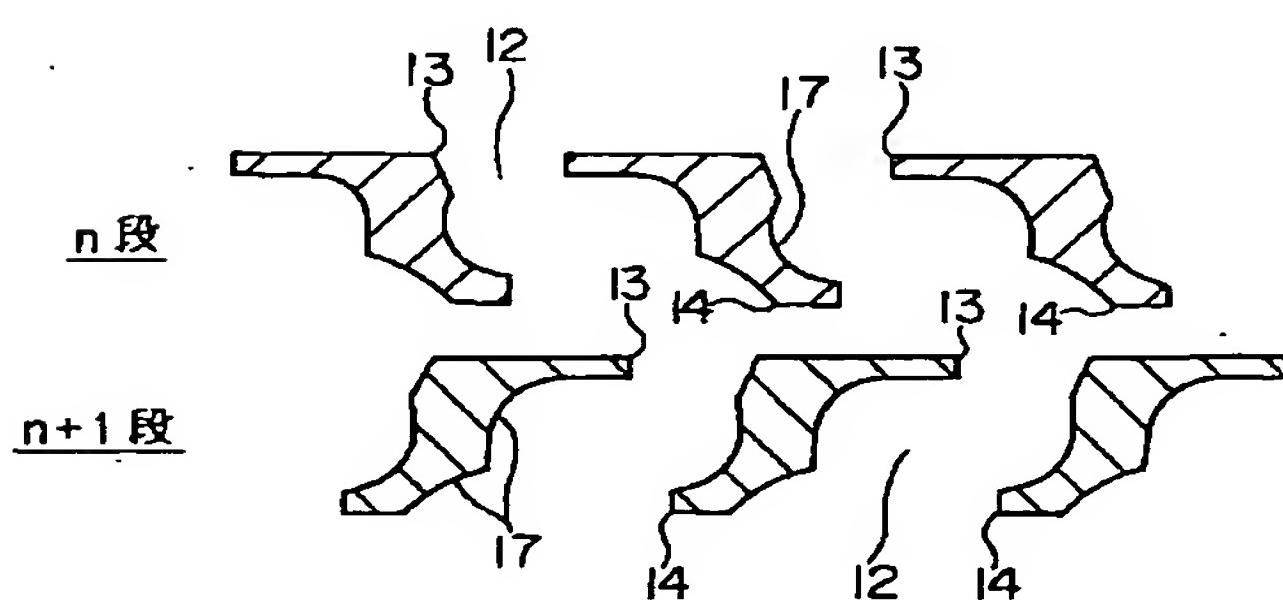
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

